

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Atty. Docket No.

MAARTEN KUIJPER

PHN 16,643

Serial No.: 09/600,607

Group Art Unit: 2871

Filed: JULY 19, 2000

Examiner: ANDREW JM. SCHECHTER

Title: IMAGE PROJECTION SYSTEM WITH IMPROVED CONTRAST

Commissioner for Patents
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM FOR PRIORITY


Sir:

A certified copy of the European Application No.
97203601.6 filed November 19, 1997 referred to in the Declaration
of the above-identified application is attached herewith.

Applicants claims the benefit of the filing date of said
Great Britain application.

Respectfully submitted,

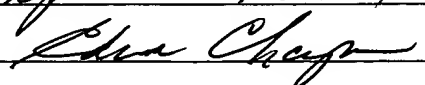
Enclosure

By 
Eric M. Bram, Reg. 37,285
Attorney
(914) 333-9635

CERTIFICATE OF MAILING

It is hereby certified that this correspondence is being deposited with the
United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to:

COMMISSIONER OF PATENTS
Alexandria, VA 22313-1450

On April 30, 2004
By 



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

97203601.6

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

N.A.S. Kettie

N. H. DEN
E. H. A.
HAY

06/04/98



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.: 97203601.6
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 19/11/97
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
PHILIPS ELECTRONICS N.V.
5621 BA Eindhoven
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention: Beeldprojectiesysteem met verhoogd contrast
Titre de l'invention:

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:
H04N5/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

Beeldprojectiesysteem met verhoogd contrast.

De uitvinding heeft betrekking op een beeldprojectiesysteem bevattende een belichtingsstelsel voor het leveren van een belichtingsbundel, een modulatiesysteem voor het moduleren van deze belichtingsbundel in overeenkomst met te projecteren beeldinformatie en een optisch systeem voor het projecteren van een beeld, waarbij het
 5 modulatiesysteem tenminste één vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel bevat, welk paneel omvat een eerste en een tweede polarisator waartussen een laag TN (twisted nematic) vloeibaar kristallijn materiaal is ingesloten.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een head-mounted display.

10

Voor de toekomstige beeldprojectiesystemen met vloeibaar kristallijne beeldweergeefpanelen wordt steeds een hogere beeldkwaliteit nagestreefd. Het beeldcontrast op het projectiescherm wordt mede bepaald door de realiseerbare absorptie in de donkerstand van de panelen. Beeldpunten van een TN-LCD (twisted nematic
 15 liquid crystal display) zijn maximum transparant indien er geen spanning over de beeldpunten staat. In een beeld zijn deze beeldpunten in heldere toestand. Beeldpunten waarover een spanning wordt aangebracht absorberen licht en zijn dus in de donkerstand. Echter, de absorptie is beperkt en is niet hetzelfde voor alle invalrichtingen van de lichtbundel. Hierdoor kan de donkerstand nog relatief helder
 20 zijn, met name voor invalrichtingen van het licht waarvoor de absorptie slechter is. Dit geeft aanleiding tot een relatief slecht beeldcontrast. Verder heeft een slecht contrast van het beeldweergeefpaneel nadelige gevolgen voor de kleurproductie.

Het beeldcontrast wordt onder andere bepaald door de transmissiekaracteristiek van het beeldweergeefpaneel voor de richtingen waaruit de lichtbundels invallen en
 25 bijgevolg dus ook door het belichtingsprofiel dat op het beeldweergeefpaneel invalt. Verder zal enkel het licht dat binnen een bepaalde hoek op de projectielens invalt, worden doorgelaten. Dit is de zogenaamde acceptatiehoek. Binnen deze acceptatiehoek wordt een zo hoog mogelijk contrast van het beeldweergeefpaneel nagestreefd.

De kijkhoekafhankelijkheid van het beeldcontrast als gevolg van de afhankelijkheid van het beeldweergeefpaneel van de richting van de belichtingsbundel is het gevolg van restretardatie van het vloeibaar kristallijn materiaal. Licht dat propageert in richtingen niet evenwijdig aan de director van het vloeibaar kristallijn materiaal zal
 5 een kleine dubbelbreking ondervinden. Bijvoorbeeld uit de Europese octrooiaanvraag EP 0 390 511 is een beeldprojectiesysteem van de in de aanhef genoemde soort bekend waarin dit probleem wordt opgelost door tenminste één additioneel optisch transparant element van positief dubbelbrekend materiaal bij de vloeibaar kristallijne laag aan te brengen met optische eigenschappen die compenseren voor de genoemde restretardatie
 10 in één enkele kijkrichting.

Een nadeel van het bekende systeem is dat het contrast enkel geoptimaliseerd wordt in een zeer nauwe kegel van kijkrichtingen met als resultaat dat het gebied van hoog contrast enkel in positie verschoven wordt. Bovendien is de tolerantie van de parameters van de compensatie-elementen zeer klein.

15

De onderhavige uitvinding beoogt een beeldprojectiesysteem te verschaffen waarin een relatief hoog beeldcontrast kan worden gerealiseerd, waarbij de bovengenoemde bezwaren worden ondervangen.

20 Het beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat het beeldweergeefpaneel slechts één dubbelbrekingscompensatie-element bevat dat zich tussen de laag en één van de twee polarisatoren bevindt, welk element een gekanteld optisch director profiel heeft waarvan de projectie in het vlak van de polarisatoren een hoek ϕ verschillend van 0 insluit met de actieve wrijfrichting van de laag.

25 Onder actieve wrijfrichting wordt verstaan de wrijfrichting die het contrast bepaalt in de kijkrichtingen loodrecht daarop waarin het contrast verbeterd dient te worden. Het contrast in een bepaalde kijkrichting wordt bepaald door het gedeelte van de vloeibaar kristallijne laag waarvan de wrijfrichting nagenoeg loodrecht staat op die kijkrichting.

30 De onderhavige uitvinding is gebaseerd op het inzicht dat met veel voordeel gebruik kan worden gemaakt van het feit dat, voor een vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel in een beeldprojectiesysteem, met een relatief kleine kijkhoek ten opzichte van het belichtingsstelsel kan worden volstaan. Het hoge contrast gebied dient

te worden verbreed en verschoven naar de richtingen waaruit de hoofdbundels die het beeldweergeefpaneel belichten, afkomstig zijn. De kijkhoek waarbinnen de contrastverbetering dient gerealiseerd te worden, wordt bepaald door de angulaire spreiding van de belichtingsbundels en door de acceptatiehoek van de projectielens.

- 5 Aangezien voor projectie een hoge contrast gebied volstaat dat zich uitstrekt in de richting van de hoofdbundels van het belichtingsstelsel, dit in tegenstelling tot direct zicht systemen waar het hoge contrast gebied zich zowel in horizontale als verticale richting dient uit te strekken, kan worden volstaan met een enkel dubbelbrekingscompensatie-element. Verder wordt het element gedraaid, zodat de
- 10 optische as van het element een hoek ϕ verschillend van 0 insluit met de actieve wrijfrichting van het vloeibaar kristallijn materiaal. De drastische wijziging van de symmetrie van de contrastcurves heeft dan ook voor projectietoepassingen geen nadelige gevolgen. Doordat ϕ verschillend is van 0 wordt nu ook contrastverhoging bij loodrechte inval mogelijk.

- 15 Doordat gebruik gemaakt wordt van slechts één element worden de materiaalkosten gereduceerd en zal er minder absorptie optreden in de heldere toestand. Bovendien zijn de toleranties minder streng dan in de reeds bekende systemen.

- Een voorkeursuitvoeringsvorm van het beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat het dubbelbrekingscompensatie-element een element
- 20 met negatieve dubbele breking is.

 Aangezien vloeibaar kristallijn materiaal positief dubbelbrekend is, is compensatie met een negatief dubbelbrekend element met een gekanteld optisch director profiel het meest eenvoudig. Bovendien zal dit element er voor zorgen dat het hoge contrast gebied in de gewenste kijkrichtingen vergroot wordt.

- 25 Opgemerkt wordt dat het op zichzelf bekend is uit bijvoorbeeld het Amerikaanse octrooischrift US-A 5,583,679 om een beeldweergeefpaneel te voorzien van een negatief dubbelbrekend folie. Hierin wordt echter in het geval van een enkel element, het element onder een hoek van $\phi=45^\circ$ gepositioneerd, waardoor slechts een algemene verbreding plaatsvindt welke niet geoptimaliseerd is voor een maximaal contrast in de
- 30 richtingen waaruit de hoofdbundels het beeldweergeefpaneel belichten. Bovendien zijn de toleranties zeer streng aangezien de optische as van het folie onder 45° ten opzichte van de polarisator gepositioneerd is.

 Een verdere uitvoeringsvorm van de beeldweergeefinrichting volgens de

PHN 16.643 EP-P

4

uitvinding heeft het kenmerk, dat $0 < |\phi| \leq 15^\circ$.

Doordat in de onderhavige uitvinding $|\phi|$ slechts enkele graden bedraagt, is het contrast van het beeldweergeefpaneel aanzienlijk minder gevoelig voor variaties in dikte, tilt en retardatie.

- 5 Een verdere uitvoeringsvorm van het beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat het element zich bevindt aan een zijde van het vicebaars kristallijn materiaal van de actieve wrijfrichting.

Op die positie zal het element het meeste effect hebben.

- 10 Een negatief dubbelbrekend element met een gekanteld optisch director profiel kan op verschillende manieren worden verkregen.

Een eerste uitvoeringsvorm van het beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat het element een negatief dubbelbrekend folie met een gekanteld optisch director profiel omvat.

- 15 Een tweede uitvoeringsvorm van het beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding heeft het kenmerk, dat het element een aantal positief dubbelbrekende folies waarvan er tenminste één een gekanteld optisch director profiel heeft.

- 20 Het hier beschreven beeldprojectiesysteem kan bijvoorbeeld een LCD-projectiesysteem zijn of een head-mounted display. In geval van een LCD-projectiesysteem bestaat het optisch systeem uit een projectielenzenstelsel. In beide toepassingen kan het zeer voordelig zijn het hoge contrast gebied te verbreden in en te verschuiven naar bepaalde kijkrichtingen zonder dat de daarmee gepaard gaande verandering in de contrastcurve nadelige gevolgen heeft.

- 25 De uitvinding zal nu nader worden toegelicht aan de hand van de tekeningen. Hierin toont

Figuur 1 een eerste uitvoeringsvoorbeeld van een beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding in de vorm van een LCD-projectiesysteem;

- 30 Figuur 2(a) een uitvoeringsvoorbeeld van een dubbelbrekingscompensatie-element in een beeldweergeefpaneel dat in het beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding wordt gebruikt;

Figuur 2(b) de ligging van de verschillende optische assen in het vlak van de polarisatoren;

Figuur 3(a) een voorbeeld van een mogelijk belichtingsprofiel zoals dat aan het beeldweergeefpaneel wordt aangeboden;

Figuren 3(b), 3(c) en 3(d) voorbeelden van iso-contrastcurves, voor een beeldweergeefpaneel respectievelijk zonder compensatie-element, met een negatief
5 dubbelbrekend compensatie-element met gekanteld director profiel waarbij $\phi=0^\circ$ en met een negatief dubbelbrekend compensatie-element met gekanteld director profiel waarbij $\phi=5^\circ$; en

Figuur 4 een tweede uitvoeringsvoorbeeld van een beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding in de vorm van een head-mounted display.

10

Het in figuur 1 schematisch voorgestelde LCD-projectiesysteem 1 bevat een belichtingsstelsel 3 voor het leveren van een belichtingsbundel. Het belichtingsstelsel 3 is voorzien van een stralingsbron 5 die gedeeltelijk omringd is door bijvoorbeeld een
15 parabolische reflector 7 en gevolgd wordt door een condensorlens 8. De stralingsbron kan ook gedeeltelijk omringd zijn door een sferische reflector. In dat geval kan de condensorlens achterwege gelaten worden. Het door de stralingsbron 5 gegenereerde licht valt in op een polarisatie-converterend systeem 9. Dit systeem 9 zorgt er voor dat
20 eenzelfde polarisatie-richting alvorens het invalt op het modulatiesysteem 11. Een dergelijk polarisatie-converterend systeem is op zichzelf bekend, bijvoorbeeld uit de gepubliceerde internationale octrooiaanvraag WO 96/05534 van dezelfde aanvrager.

Het modulatiesysteem 11 bevat tenminste één beeldweergeefpaneel 13 voor het moduleren van het licht dat geleverd wordt door het belichtingsstelsel 3 overeenkomstig
25 de te projecteren informatie. Het beeldweergeefpaneel kan een monochroom of een kleuren paneel zijn. Anderzijds kunnen er ook twee of drie beeldweergeefpanelen aanwezig zijn, in verschillende combinaties, afhankelijk van de gewenste resolutie en kleur. Het beeldweergeefpaneel 13 is omringd door een eerste polarisator 12 en een tweede polarisator 14, de zogenaamde analysator.

30 Achter het modulatiesysteem bevindt zich een projectielenzenstelsel, eenvoudigheidshalve voorgesteld door een enkele lens 15, voor het projecteren van het beeld op een projectiescherm (niet getekend).

Het belichtingsstelsel 3 bevat verder een integratorsysteem 17 teneinde de

PEIN 16.643 EP-P

5

beeldhomogeniteit en de lichtopbrengst van het systeem te optimaliseren. Het integratorsysteem 17 kan bestaan uit een eerste lenzenplaat 19 en een tweede lenzenplaat 21. Elk van de lenzenplaten 19, 21 bevat een aantal lenzen, resp. aangegeven met 23, 25, die in een matrix gerangschikt zijn. Elke lens 23 van de eerste lenzenplaat 19 maakt
 5 een lampafbeelding in een corresponderende lens 25 van de tweede lenzenplaat 21. Elke lens 25 van de tweede lenzenplaat 21 maakt een afbeelding van de corresponderende lens 23 in de eerste lenzenplaat 19 op het beeldweergeefpaneel, waarbij alle afbeeldingen op het beeldweergeefpaneel over elkaar heen vallen.

Het integratorsysteem kan ook gevormd zijn door een optisch transparante staaf.
 10 Het in de staaf ingekoppelde licht zal meermaals aan de zijwanden worden gereflecteerd, waardoor aan het van de stralingsbron weggerichte eindvlak van de staaf een homogene lichtverdeling zal worden gerealiseerd.

Het beeldweergeefpaneel, of beeldweergeefpanelen in het geval dat er meer dan een paneel wordt gebruikt, zijn bijvoorbeeld van het type TN (twisted nematic). Een
 15 dergelijk paneel is onderverdeeld in beeldpunten die met behulp van elektroden aanstuurbaar zijn in overeenkomst met de weer te geven beeldinformatie. De laag vloeibaar kristallijn materiaal is omringd door een eerste polarisator aan de zijde van de stralingsbron en door een tweede polarisator, de zogenaamde analysator, aan de kant van het projectielenzenstelsel. De beeldpunten van een dergelijk paneel zijn in
 20 transparante toestand wanneer er geen spanning over de beeldpunten is aangebracht. Dergelijke punten zijn in een beeld in de heldere toestand. Wanneer er wel spanning over de beeldpunten wordt aangelegd, zal het invallend licht in polarisatie-richting worden gedraaid. Door de gekruiste polarisatoren zal er licht worden geblokkeerd, zodat deze punten zich in het beeld in de donkerstand bevinden. Echter, TN-
 25 beeldweergeefpanelen hebben het nadeel dat zij kijkrichtinggevoelig zijn voor de invallende lichtbundels met als gevolg dat het contrast van het beeldweergeefpaneel ook kijkrichtingafhankelijk is. De absorptie is namelijk beperkt en is niet hetzelfde voor alle invalrichtingen van de lichtbundel. Hierdoor kan de donkerstand nog relatief helder zijn, met name voor invalrichtingen van het licht waarvoor de absorptie slechter is. Dit
 30 geeft aanleiding tot een relatief slecht beeldcontrast.

In de onderhavige uitvinding wordt voorgesteld om tussen het vloeibaar kristallijn materiaal en één van de polarisatoren die de laag vloeibaar kristallijn materiaal aan weerszijden omringen één dubbelbrekingscompensatie-element 27 aan te

brengen. Dit element 27 heeft een gekanteld optisch director profiel waarvan de projectie in het vlak van de polarisatoren een hoek ϕ verschillend van 0 insluit met de actieve wrijfrichting van de laag. Onder de actieve wrijfrichting dient te worden verstaan de wrijfrichting die het contrast bepaalt in de kijkrichtingen loodrecht daarop

5 waarin het contrast verbeterd dient te worden. Het contrast in een bepaalde kijkrichting wordt bepaald door het gedeelte van de vloeibaar kristallijne laag waarvan de wrijfrichting nagenoeg loodrecht staat op die kijkrichting. Figuur 2(a) illustreert een voorbeeld. De vloeibaar kristallijne laag 13 bevindt zich tussen twee substraten 31, 33. In de substraten is de wrijfrichting van het vloeibaar kristallijn materiaal aan het

10 betreffende substraat weergegeven met de pijlen 29 en 35. Verondersteld wordt dat de actieve wrijfrichting degene is die aangegeven wordt met pijl 29. Het dubbelbrekingscompensatie-element 27 heeft een dikte d en bevindt zich tussen de polarisator 12 en de vloeibaar kristallijne laag 13. De pijl 37 geeft de richting van de director van het element aan en pijl 39 geeft de normaal op het element aan. θ geeft dus

15 de hoek aan waarover het director profiel van het element gekanteld is.

Figuur 2(b) illustreert de hoek ϕ . De pijl 41 geeft aan de projectie van de optische director van het element 27 in het vlak van de polarisatoren. De hoek ϕ is dus de hoek die ingesloten wordt tussen de actieve wrijfrichting 29 en de projectie van de optische director van het element 27 in het vlak van de polarisatoren. De figuren 2(a) en

20 2(b) refereren aan hetzelfde assenstelsel (x, y, z).

Licht dat propageert in een richting loodrecht op het vlak van de optische as (x-z) vlak van het element zal een grote dubbelbreking ondervinden, terwijl licht dat propageert in een richting die gelegen is in het (x-z) vlak een kleine dubbelbreking zal ondervinden. Wanneer de projectie van de optische as van het element samenvalt met

25 één van de polarisatorassen, zal het licht dat propageert in het vlak van de optische as van het element, dit is het x-z vlak, geen dubbele breking ondervinden. In dat geval zal enkel de lichtbundel loodrecht op de gekantelde optische as dubbelbreking ondervinden, aangezien de doorgelaten polarisatierichting een hoek verschillend van 90° insluit met die optische as. Licht dat propageert in het vlak waarin de optische as gelegen is, zal

30 geen retardatie ondervinden aangezien dat licht gepolariseerd is volgens een ordinaire as of volgens de effectieve extra-ordinaire as.

Het dubbelbrekingscompensatie-element is bij voorkeur een element met een negatieve dubbele breking. Het vloeibaar kristallijn materiaal heeft namelijk een

positieve dubbele breking. Een element met negatieve dubbele breking kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. Het element kan een negatief dubbelbrekend folie met een gekanteld optisch director profiel omvatten of een aantal positief dubbelbrekende folies waarvan er tenminste één een gekanteld optisch director profiel heeft.

Figuur 3(a) toont een voorbeeld van een belichtingsprofiel zoals dat in een LCD-projectiesysteem met integratorplaten aan een beeldweergeefpaneel kan worden aangeboden. In de figuren 3(a) tot en met 3(d) staat V voor verticale kijkrichting en H voor horizontale kijkrichting. De hoofdlichtbundels 43, 45, 47, 49 zijn afkomstig uit de verticale richting. Hierbij is dus een contrastverhoging van het beeldweergeefpaneel in verticale richting gewenst is. De cirkel in stippellijn 51 geeft de acceptatiehoek van de projectielens aan. Elk van de lichtvlekken, zoals bijvoorbeeld 53, is een afbeelding van de stralingsbron in de integratorlens. Volgens de onderhavige uitvinding wordt er voorgesteld een compensatie-element met een optische as loodrecht op de verticale kijkrichting te gebruiken. Op die manier zal de absorptie voor de donkertoestand aanzienlijk worden verbeterd.

De retardatie van het element wordt bepaald door de dikte d van het element en het verschil tussen de ordinaire brekingsindex n_o en de extra-ordinaire brekingsindex n_e , namelijk: $d(n_e - n_o)$. Een optimale situatie kan worden bereikt door rotatie naar de richting van de mid-plane director van de vloeibaar kristallijne laag. Bij voorkeur is ϕ gelegen tussen 0° en 15° . De mid-plane director is de gemiddelde richting waarin de moleculen in de vloeibaar kristallijne laag getwist zijn.

Bijvoorbeeld, met een negatief dubbelbrekend element, zoals bijvoorbeeld op zichzelf bekend is uit het Amerikaanse octrooischrift US-A 5,518,783, kan met een $|\phi|$ van 5° , bij een retardatie van -155 nm en een tilt van 30° een hoge contrast gebied verkregen worden dat aangepast is op het in figuur 3(a) getoonde belichtingsprofiel.

$\phi = 5^\circ$ betekent dat de projectie van de optische as van het element in het vlak van de polarisator 5° gedraaid is in de richting van de projectie van de mid-plane director, in het vlak van de polarisator, ten opzichte van de actieve wrijfrichting.

Figuur 3(b) toont een iso-contrastcurve voor een beeldweergeefpaneel zonder compensatie-element. Figuur 3(c) toont een iso-contrastcurve voor een beeldweergeefpaneel met een negatief dubbelbrekend compensatie-element met

gekanteld optisch director profiel zoals in de uitvinding wordt gebruikt, maar waarbij $\phi=0^\circ$. Figuur 3(d) toont een iso-contrastcurve voor een beeldweergeefpaneel zoals dat in een beeldprojectiesysteem volgens de uitvinding wordt toegepast. De hoek ϕ bedraagt 5° . In figuur 3(c) en 3(d) bedraagt de retardatie -155 nm en is $\theta=30^\circ$.

5 Het element 27 kan zich zowel voor als achter de laag 13 bevinden. Bij voorkeur bevindt het element 27 zich het dichtst bij de zijde van de vloeibaar kristallijne laag waar de actieve wrijfrichting zich bevindt die de richtingen bepaalt waarin gecompenseerd moet worden, omdat dan het element het meeste effect heeft. Aangezien het element 27 zich aan beide zijden kan bevinden, is de minder gewenste mogelijkheid
10 ook aangegeven in figuur 1, echter in stippellijn.

De configuratie kan geoptimaliseerd worden door variatie van de kantelhoek θ van de optische director van het element, variatie van de retardatie d.A.n en een variatie van de oriëntatie ϕ ten opzichte van de actieve wrijfrichting.

In de onderhavige uitvinding wordt dus het contrast op het scherm aanzienlijk
15 verbeterd door een compensatie-element aan te brengen tussen een polarisator en het LC-materiaal, waardoor de kijkhoekafhankelijkheid van het beeldweergeefpaneel ten opzichte van de belichtingsbundel en het belichtingsprofiel van het belichtingsstelsel op elkaar worden afgestemd. Het hoge contrast gebied is vergroot en verschoven naar de richtingen waaruit de hoofdbelichtingsbundels afkomstig zijn. Bijgevolg zal in die
20 richtingen het beeldweergeefpaneel aanzienlijk veel beter absorberen in de donkertoestand. De contrastcurve wordt dus aangepast aan het belichtingsprofiel. De kijkhoek waarin contrastverhoging plaats moet vinden, wordt bepaald door de angulaire spreiding van de belichtingskegels en de acceptatiehoek van de projectielens.

Figuur 4 toont schematisch een uitvoeringsvoorbeeld van een head-mounted
25 display waarin met veel voordeel de onderhavige uitvinding kan worden toegepast. In een head-mounted display kan het bijvoorbeeld zeer gewenst zijn om het contrastgebied in horizontale richting te vergroten en te verschuiven. Een tweedimensionaal beeld wordt opgewekt met behulp van een beeldweergeefpaneel 55, waaraan de te projecteren beeldinformatie wordt toegevoerd. Het gegenereerde tweedimensionale beeld wordt via
30 twee gekruiste, halve bundelsplitters 57, 59 opgedeeld in twee beeldgedeelten, één voor elk oog. Elk van deze beeldgedeelten valt in op een concave spiegel 61 die het beeld reflecteert en focusseert. Het gereflecteerde beeld wordt via een vlakke spiegel 63, 65, één voor elke kant, geprojecteerd in een eyepiece-lenscombinatie 67, 69, waardoor het

PEN 16.643 EP-P

10

beeld gecollimeerd wordt en geprojecteerd wordt voor elk oog in een uitgangspupil 71, 73. Het beeldweergeefpaneel 55 bevat een vloeibaar kristallijne laag 75 en een eerste polarisator 77 en een tweede polarisator 79. Volgens de onderhavige uitvinding is het beeldweergeefpaneel 55 voorzien van een dubbelbrekings-compenserend element 81, 5 zodat het hoge contrast gebied ook hier kan aangepast worden aan het belichtingsprofiel.

Conclusies:

1. Beeldprojectiesysteem bevattende een belichtingsstelsel voor het leveren van een belichtingsbundel, een modulatiesysteem voor het moduleren van deze belichtingsbundel in overeenkomst met te projecteren beeldinformatie en een optisch systeem voor het projecteren van een beeld, waarbij het modulatiesysteem tenminste één vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel bevat, welk paneel omvat een eerste en een tweede polarisator waartussen een laag TN (twisted nematic) vloeibaar kristallijn materiaal is ingesloten, met het kenmerk, dat het beeldweergeefpaneel slechts één dubbelbrekingscompensatie-element bevat dat zich tussen de laag en één van de twee polarisatoren bevindt, welk element een gekanteld optisch director profiel heeft waarvan de projectie in het vlak van de polarisatoren een hoek ϕ verschillend van 0 insluit met de actieve wrijfrichting van de laag.
2. Beeldprojectiesysteem volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het dubbelbrekingscompensatie-element een element met negatieve dubbele breking is.
3. Beeldprojectiesysteem volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat $0^\circ < |\phi| \leq 15^\circ$.
4. Beeldprojectiesysteem volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat het element zich bevindt aan een zijde van het vloeibaar kristallijn materiaal van de actieve wrijfrichting.
5. Beeldprojectiesysteem volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat het element een negatief dubbelbrekend folie met een gekanteld optisch director profiel omvat.
6. Beeldprojectiesysteem volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat het element een aantal positief dubbelbrekende folies waarvan er tenminste één een gekanteld optisch director profiel heeft.
7. Head-mounted display bevattende een vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel, een optisch systeem voor het afbeelden van een beeld in een oog van een waarnemer en hofdsteenmiddelen, met het kenmerk, dat het vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel is uitgevoerd zoals het beeldweergeefpaneel in het beeldprojectiesysteem volgens conclusies 1 tot en met 6.
8. Vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel voor toepassing in een beeldprojectiesysteem, bevattende een laag TN (twisted nematic) vloeibaar kristallijn materiaal die ingesloten is tussen een eerste en een tweede polarisator, met het

PEIN 16.643 EP-P

12

kenmerk, dat het vloeibaar kristallijn beeldweergeefpaneel uitgevoerd is zoals in conclusies 1 tot en met 6.

Abstract

Image projection system with improved contrast.

The present invention relates to an image projection system (1) comprising an illumination system (3) for generating an illumination beam, a modulation system (11) for modulating said illumination beam and an optical system for projection an image. The modulation system (11) comprises at least on image display panel of the TN-type.

5 The liquid crystal layer (13) is enclosed between a first polarizer (12) and a second polarizer (14). Between the liquid crystal layer (13) and one of the polarizers (12; 14), one single birefringence-compensating element (27) is present. The element (27) has a tilted director profile of which the projection in the plane of the polarizers encloses an angle $0^\circ < \phi \leq 15^\circ$ with the active rubbing direction of the liquid crystal layer.

10

Figure 2(a).

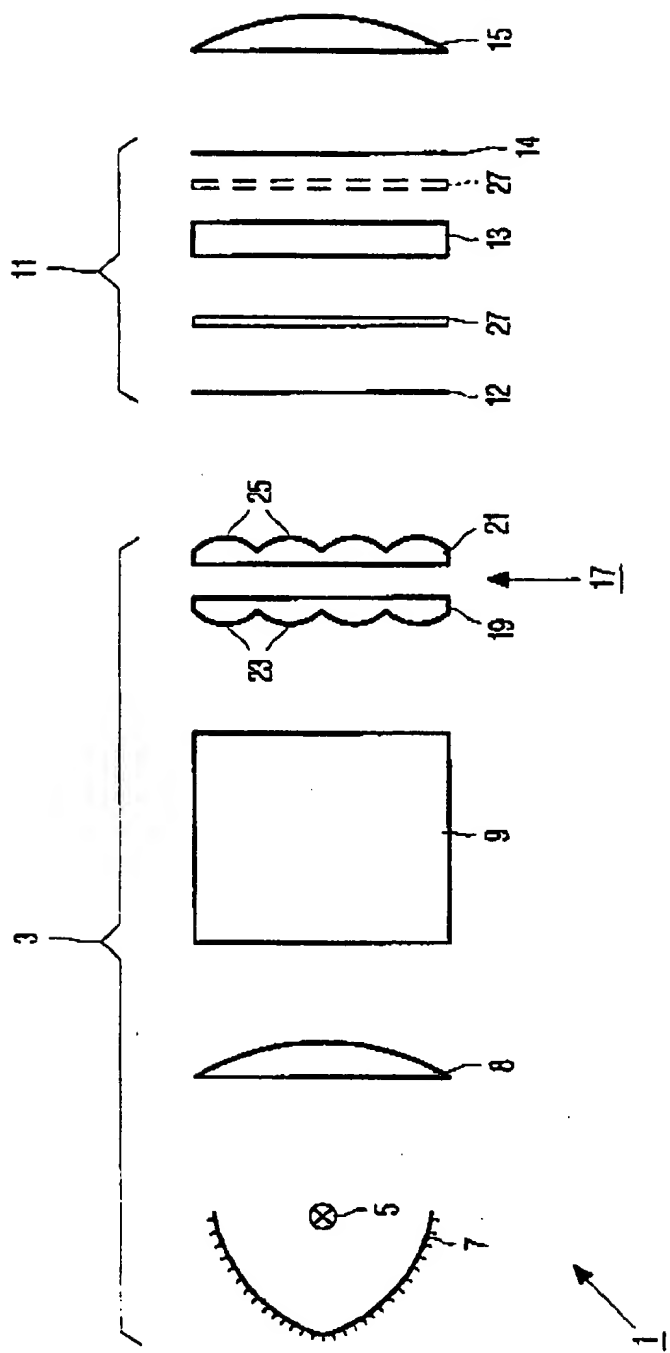


FIG. 1

2/5

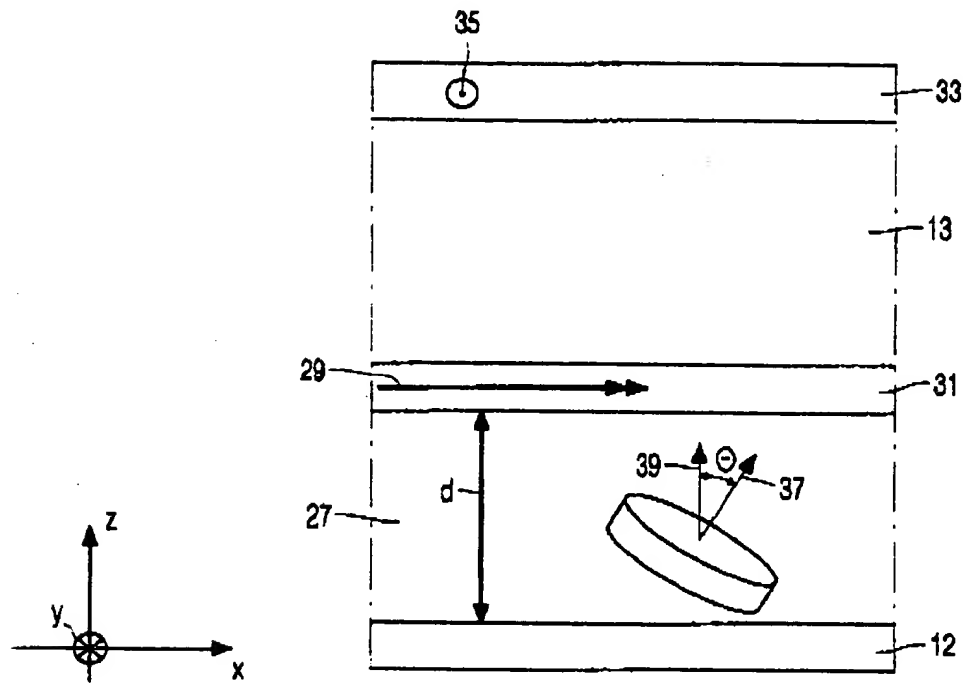


FIG. 2(a)

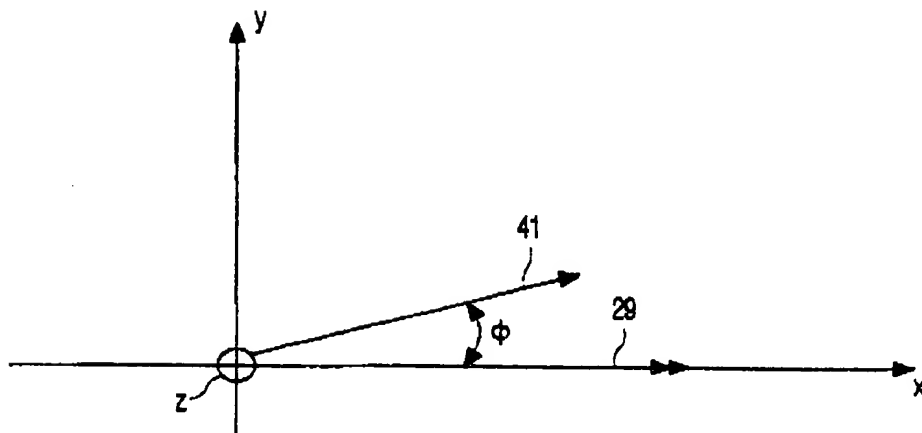


FIG. 2(b)

3/5

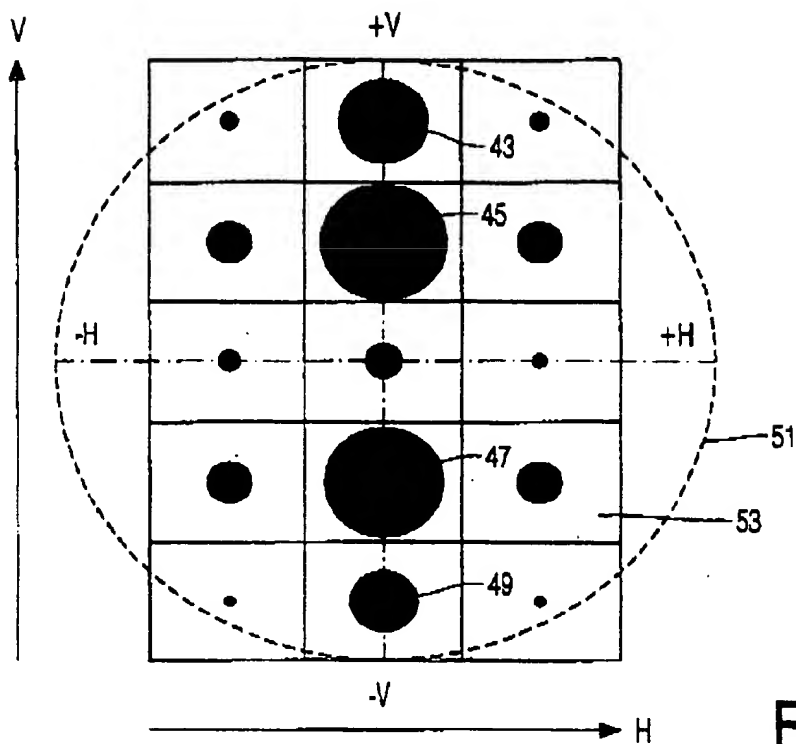


FIG. 3a

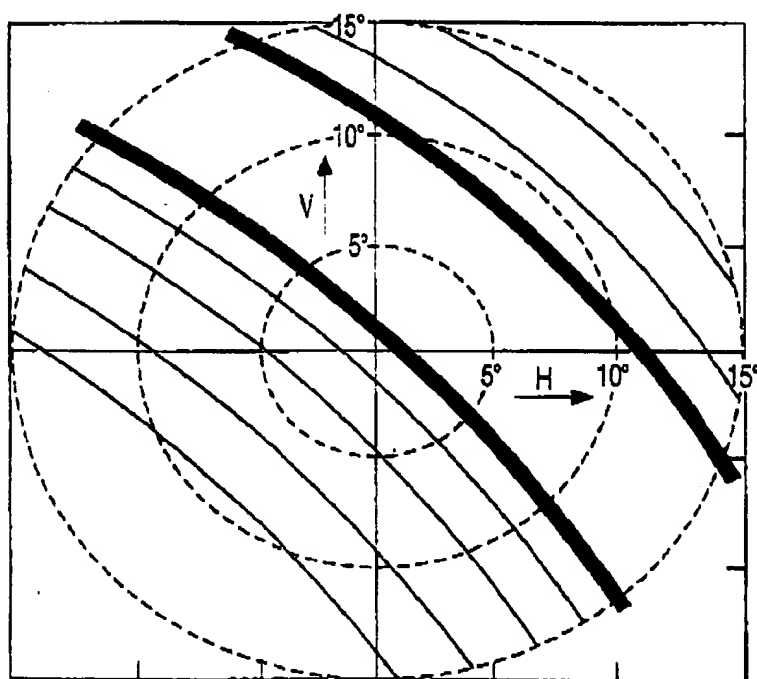


FIG. 3b

4/5

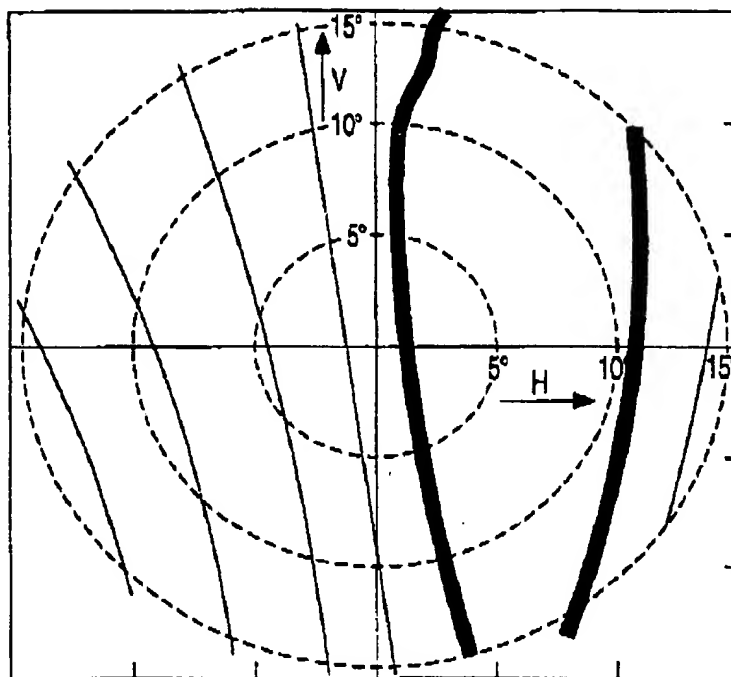


FIG. 3c

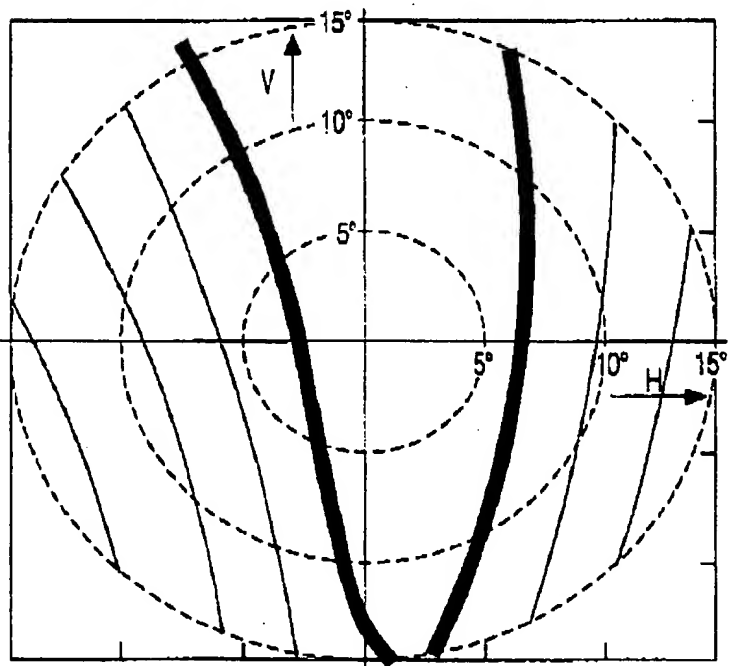


FIG. 3d

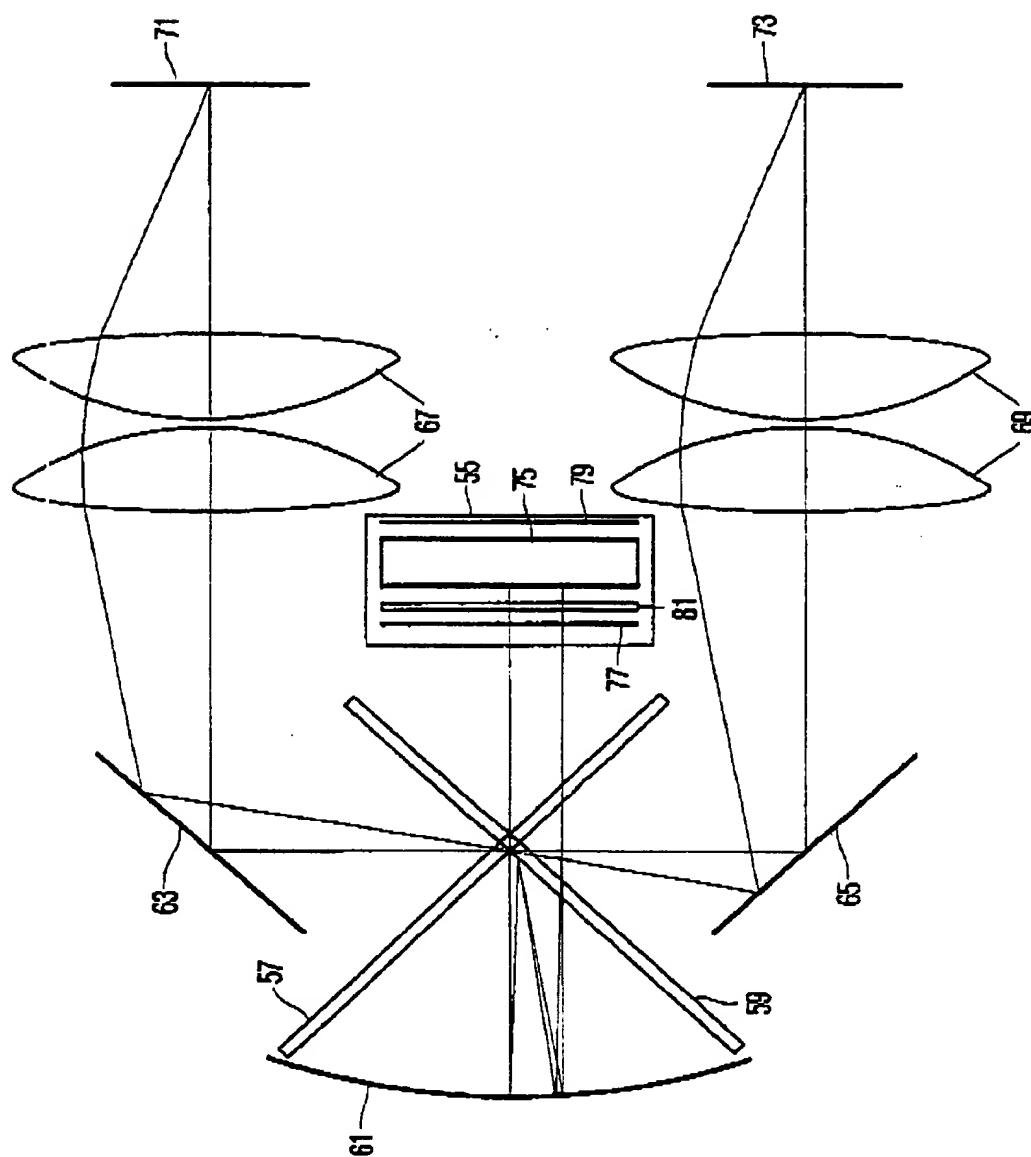


FIG. 4